

SKRIPSI

Automasi Permainan Boneka Elektronik untuk Anak-Anak Penyandang Disabilitas dengan Memanfaatkan Teknik *Electrooculography* Berbasis Arduino



Oleh :

ADITYA YULINAR NOVITASARI

5103015028

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS KATOLIK WIDYA MANDALA
SURABAYA
2019**

SKRIPSI

Automasi Permainan Boneka Elektronik untuk Anak-Anak Penyandang Disabilitas dengan Memanfaatkan Teknik *Electrooculography* Berbasis Arduino

Diajukan untuk memenuhi persyaratan memperoleh gelar

Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Elektro

Universitas Katolik Widya Mandala

Surabaya



Oleh :

Aditya Yulinar Novitasari

5103015028

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS KATOLIK WIDYA MANDALA
SURABAYA**

2019

ii

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa laporan skripsi ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan merupakan hasil karya orang lain, baik sebagian maupun seluruhnya, kecuali dinyatakan dalam teks, seandainya diketahui bahwa laporan skripsi ini ternyata merupakan hasil karya orang lain, maka saya sadar dan menerima konsekuensi bahwa laporan skripsi ini tidak dapat saya gunakan sebagai syarat untuk memperoleh gelar sarjana teknik.

Surabaya, 04 Juli 2019

Mahasiswa yang bersangkutan



Aditya Yulinar Novitasari

5103015028

LEMBAR PERSETUJUAN

Naskah Skripsi dengan judul Automasi Permainan Boneka Elektronik untuk Anak-Anak Penyandang Disabilitas dengan Memanfaatkan Teknik *Electrooculography* Berbasis Arduino yang ditulis oleh Aditya Yulinar Novitasari/5103015028 telah disetujui dan diterima untuk diajukan ke tim penguji.



Pembimbing 1, Ir. Lanny Agustine, S.T., M.T., IPM.



Pembimbing 2, Ir. Yuliati, S.Si., M.T., IPM.

LEMBAR PENGESAHAN

Skripsi yang ditulis oleh Aditya Yulinar Novitasari / 5103015028, telah disetujui pada tanggal 04 Juli 2019 dan dinyatakan LULUS.

Ketua Dewan Penguji



Ir. Hartono Pranjoto, Ph.D. IPM

NIK. 511.94.0218

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik



Ir. Suzadi Ismadij, Ph.D. IPM

NIK. 521.93.0198

Ketua Jurusan Teknik Elektro



Ir. Albert Gunardi, Ph.D., MT, IPM

NIK. 511.94.0209

**LEMBAR PERSETUJUAN
PUBLIKASI KARYA ILMIAH**

Demi perkembangan ilmu pengetahuan saya sebagaimana mahasiswa
Universitas Katolik Widya Mandala :

Nama : Aditya Yulinar Novitasari
NRP : 5103015028

Menyetujui Skripsi dengan judul :

**Automasi Permainan Boneka Elektronik untuk Anak-Anak
Penyandang Disabilitas dengan Memanfaatkan Teknik
Electrooculography Berbasis Arduino** untuk dipublikasikan/ditampilkan
di internet atau media lain (*digital library* perpustakaan Universitas Katolik
Widya Mandala Surabaya) untuk kepentingan akademik sebatas sesuai
dengan Undang-Undang Hak Cipta.

Demikian pernyataan persetujuan publikasi karya ilmiah ini saya buat
dengan sebenarnya.

Surabaya, 04 Juli 2019

Yang menyatakan



5103015028

KATA PENGANTAR

Puji syukur dan terimakasih kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan rahmat-Nya dapat diselesaikannya skripsi dengan judul “Otomatisasi Boneka Elektronik untuk Anak-Anak Penyandang Disabilitas dengan Memanfaatkan Teknik *Electrooculography* Berbasis Arduino” dengan baik.

Pada kesempatan ini juga diucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan, bimbingan dan semangat kepada penulis untuk menyelesaikan suatu tahapan proses pembelajaran yang berguna untuk kehidupan ini. Untuk itu, penulis mengucapkan rasa terimakasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Ir. Lanny Agustine, S.T., M.T., IPM. selaku pembimbing 1 Skripsi yang dengan sabar membimbing penulis dalam pengerjaan skripsi ini.
2. Ir. Yuliati, S.Si., M.T., IPM. selaku pembimbing 2 Skripsi yang dengan sabar membimbing penulis dalam pengerjaan skripsi ini.
3. Hartono Pranjoto, Ph.D., IPM., Andrew Joewono, S.T., M.T., IPM., Diana Lestariningsih, S.T., M.T. selaku Tim Penguji Skripsi, yang memberikan masukan dan bantuan selama pengerjaan skripsi ini
4. Kedua orang tua dan adik saya yang tak hentinya mendukung dan memberi semangat motivasi bagi penulis selama melaksanakan skripsi dan dalam penulisan laporan.
5. Teman-teman Teknik Elektro angkatan 2015 yang telah memberikan semangat dan bantuan dalam pengerjaan skripsi.
6. Sahabat-sahabatku (Kristina, Amri, Fidelis, Intan, Pipit dan Sela) yang telah memberikan semangat dan bantuan dalam pengerjaan skripsi.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam buku laporan skripsi ini, Akhirnya penulis mengucapkan terima kasih atas perhatian dari pembaca, semoga tulisan ini berguna dan bermanfaat bagi pembaca.

Surabaya, 04 Juli 2019

Penulis

ABSTRAK

Anak-anak dalam kelompok usia 3 tahun hingga 5 tahun merupakan anak-anak dalam tahap pra-sekolah. Dalam usia ini anak-anak akan mencoba berbagai hal baru yang menurut mereka hal tersebut menarik. Biasanya, anak-anak dalam usia ini cenderung lebih aktif dan menyukai permainan yang bersifat aktivitas fisik. Permainan aktivitas fisik yang sering diperkenalkan oleh orang tua adalah permainan seperti mobil-mobilan, kereta dorong atau boneka yang dapat berbunyi dan bergerak. Saat ini permainan seperti mobil-mobilan, kereta dorong atau boneka tersebut hanya dapat diaktifkan atau dimatikan secara manual. Permainan dengan metode manual hanya dapat digunakan oleh anak-anak yang normal tanpa memiliki cacat fisik (kaki dan tangan).

Anak-anak yang memiliki cacat fisik (kaki dan tangan) membutuhkan sebuah permainan dengan metode *on* atau *off* secara otomatis dikarenakan keterbatasan yang mereka miliki. Perancangan permainan dengan metode *on* atau *off* memanfaatkan teknik *Electrooculography*. Sinyal *output* dari EOG akan diubah menjadi sinyal pulsa dengan kondisi *high* untuk mengaktifkan boneka, dan kondisi *low* untuk menonaktifkan boneka. Pada perancangan perangkat lunak membutuhkan dua buah mikrokontroler Arduino yang digunakan sebagai pengolah hasil gerakan mata, *transmitter* hasil gerakan mata dan *receiver* hasil gerakan mata.

Kata Kunci: *Electrooculography*, elektroda, kontrol, penyandang disabilitas, permainan anak.

ABSTRACT

Children in the age group 3 years to 5 years are children in the pre-school stage. In this age children will try new things that they think are interesting. Usually, children of this age tend to be more active and like games that are physical in nature. Physical activity games that are often introduced by parents are games such as cars, strollers or dolls that can ring and move. Currently games such as cars, strollers or dolls can only be activated or turned off manually. Manual method games can only be used by normal children without physical disabilities (feet and hands).

Children who have physical disabilities (legs and arms) need a game on or off automatically due to their limitations. Game design using the on or off method utilizes Electrooculography techniques. The output signal from the EOG will be converted into a pulse signal with high conditions to activate the doll, and low conditions to deactivate the doll. In the design of the software requires two Arduino microcontrollers that are used as processing the results of eye movements, the transmitter results of eye movements and receivers as a result of eye movements.

Keywords: *Electrooculography, electrodes, controls, persons with disabilities, children's games.*

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	ii
LEMBAR PERNYATAAN.....	iii
LEMBAR PERSETUJUAN	iv
LEMBAR PENGESAHAN	v
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
ABSTRAK.....	ix
<i>ABSTRACT</i>	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR TABEL	xvii
BAB I PENDAHULUAN	

1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Metode Perancangan	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	4

BAB II TEORI PENUNJANG

2.1 Anatomi Otot-otot Penggerak Bola Mata	6
2.2 Fisiologi Otot-Otot Penggerak Bola Mata	8
2.3 Gerakan Binokular Tipe Versi pada Bola Mata	10
2.4 <i>Electrooculography</i>	11
2.5 <i>Surface</i> Elektroda	13
2.6 Mikrokontroler Wemos D1	14
2.7 Modul Relay	16

2.8 Buzzer	18
2.9 <i>Bio-potential Amplifier</i>	19
2.10 <i>High Pass Filter</i>	21
2.11 <i>Low Pass Filter</i>	23
2.12 <i>Notch Filter</i>	24
2.13 <i>Automatic Gain Control (AGC)</i>	25

BAB III PERANCANGAN ALAT

3.1 Perancangan Sistem.....	27
3.2 Perancangan Perangkat Keras	30
3.2.1 Perancangan <i>Biopotensial Amplifier</i>	30
3.2.2 Perancangan <i>High Pass Filter</i>	31
3.2.3 Perancangan <i>Low Pass Filter</i>	33
3.2.4 Perancangan <i>Notch Filter</i>	34
3.2.5 Perancangan <i>Automatic Gain Control</i> (AGC).....	35
3.2.6 Perancangan Antarmuka IC dan I/O	38
3.3 Perancangan Mekanik Alat.....	39
3.3.1 Perancangan Desain Box Elektronika untuk Dipakai <i>Subyek</i>	39
3.3.2 Perancangan Dimensi Boneka	41
3.3.3 Perancangan Desain Keseluruhan Sistem Alat.....	41
3.4 Perancangan Software	43

BAB IV PENGUKURAN DAN PENGUJIAN ALAT

4.1 Pengukuran dan Pengujian <i>Biopotensial Amplifier</i>	51
4.2 Pengukuran dan Pengujian <i>High pass Filter orde 2</i>	52
4.3 Pengukuran dan Pengujian <i>Low pass Filter</i>	56
4.4 Pengukuran dan pengujian <i>Notch Filter</i>	59

4.5 Pengukuran dan Pengujian <i>Automatic Gain Control</i> (AGC).....	62
4.6 Pengukuran dan Pengujian Jarak Komunikasi <i>Wireless</i> Mikrokontroler WEMOS D1	66
4.7 Pengukuran dan Pengujian Alat pada Anak-anak	68
4.7.1 Hasil Pengujian dan Pengukuran Alat.....	68
4.7.2 Hasil Realisasi Alat	76
BAB V KESIMPULAN	80
DAFTAR PUSTAKA	81
LAMPIRAN 1	84
LAMPIRAN 2	90
LAMPIRAN 3	92
LAMPIRAN 4	93
LAMPIRAN 5	96
LAMPIRAN 6	97

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Anatomi Otot Penggerak Bola Mata	6
Gambar 2.2 Posisi Mata Saat Melihat.....	9
Gambar 2.3 Posisi Peletakkan Elektroda	11
Gambar 2.4 Sinyal <i>Output</i> dari Pergerakan Mata Secara <i>Dekstroversi</i> dan <i>Levoversi</i>	12
Gambar 2.5 Diagram pergerakan mata dari kiri ke kanan	12
Gambar 2.6 Elektroda <i>Disposable</i>	13
Gambar 2.7 Pin <i>Lay-out</i> Arduino Wemos D1.....	14
Gambar 2.8 Arduino Wemos D1 berbasis ESP8266	16
Gambar 2.9 Prinsip kerja dari sebuah relay	17
Gambar 2.10 Modul Relay.....	18
Gambar 2.11 Buzzer	19
Gambar 2.12 <i>Bio-Potential Amplifier</i>	20
Gambar 2.13 Rangkaian internal IC INA114	21
Gambar 2.14 Grafik respon frekuensi <i>High Pass Filter</i>	22
Gambar 2.15 Rangkaian <i>butterworth High Pass Filter</i> ordo 2	23
Gambar 2.16 Grafik Respon Frekuensi <i>Low Pass Filter</i>	23
Gambar 2.17 Rangkaian <i>butterworth Low Pass Filter</i> ordo 2	24
Gambar 2.18 Rangkaian <i>Notch Filter</i>	24
Gambar 2.19 Rangkaian AGC	25
Gambar 3.1 Diagram Blok Alat.....	27
Gambar 3.2 Desain <i>Biopotensial Amplifier</i>	30
Gambar 3.3 Desain <i>High Pass Filter</i>	32
Gambar 3.4 Desain <i>Low Pass Filter</i>	33
Gambar 3.5 Desain <i>Notch Filter</i>	34

Gambar 3.6	Desain rangkaian AGC	36
Gambar 3.7	Hubungan tegangan bias transistor dengan gain loop AGC	37
Gambar 3.8	<i>Lay-out</i> dan desain fisik box elektronika untuk <i>user</i> (pengguna)	40
Gambar 3.9	Desain pada Boneka	41
Gambar 3.10	Analogi Keseluruhan Sistem Alat	42
Gambar 3.11	Diagram alir <i>main program</i>	45
Gambar 3.12	Diagram alir prosedur kalibrasi	46
Gambar 3.13	Diagram alir prosedur baca sensor	47
Gambar 3.14	Diagram alir prosedur kirim data	48
Gambar 3.15	Diagram alir <i>client</i>	49
Gambar 4.1	Metode pengukuran rangkaian <i>biopotensial</i> <i>Amplifier</i>	51
Gambar 4.2	Grafik respon rangkaian <i>biopotensial amplifier</i> Terhadap penguatan	52
Gambar 4.3	Metode pengukuran <i>high pass filter</i>	53
Gambar 4.4	Grafik respon frekuensi terhadap peredaman	54
Gambar 4.5	Hasil pengujian menggunakan osiloskop pada frekuensi <i>cut off</i> 0,7 Hz	55
Gambar 4.6	Metode pengukuran <i>low pass filter</i>	56
Gambar 4.7	Grafik respon frekuensi terhadap peredaman	57
Gambar 4.8	Hasil pengujian menggunakan osiloskop pada frekuensi <i>cut off</i> 80 Hz	58
Gambar 4.9	Metode pengukuran <i>notch filter</i>	59
Gambar 4.10	Grafik respon frekuensi terhadap peredaman	60
Gambar 4.11	Hasil pengujian menggunakan osiloskop pada frekuensi <i>cut off</i> 50 Hz	61

Gambar 4.12 Metode pengukuran <i>automatic gain control</i> (AGC)	62
Gambar 4.13 Grafik respon tegangan <i>input</i> terhadap tegangan <i>output</i>	65
Gambar 4.14 Hasil <i>output</i> AGC pada <i>input</i> tegangan 0,05 Vp-p	66
Gambar 4.15 Metode pengukuran jarak komunikasi <i>wireless</i>	67
Gambar 4.16 Posisi penempatan elektroda pada anak-anak	68
Gambar 4.17 Posisi anak pada saat pengujian	69
Gambar 4.18 Hasil gerakan mata melirik ke kanan untuk menyalakan boneka 1	70
Gambar 4.19 Hasil gerakan mata melirik ke kiri untuk menyalakan boneka 2	71
Gambar 4.20 Hasil gerakan mata melirik ke kanan untuk menonaktifkan boneka 1	72
Gambar 4.21 Hasil gerakan mata melirik ke kiri untuk menonaktifkan boneka 2	73
Gambar 4.22 Hasil input dan output alat yang diukur menggunakan osiloskop saat posisi tengah, lirik kanan	74
Gambar 4.23 Hasil input dan output alat yang diukur menggunakan osiloskop saat posisi tengah, lirik kiri	75
Gambar 4.24 Realisasi blok rangkaian analog pada EOG	76
Gambar 4.25 Realisasi rangkaian elektronika pada <i>client</i> 1	77
Gambar 4.26 Realisasi rangkaian elektronika pada <i>client</i> 2	78

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Pasangan-Pasangan Otot (<i>Yoke Muscle</i>) pada Gerakan Binokular	10
Tabel 2.2	Spesifikasi Mikrokontroler Wemos D1	15
Tabel 2.3	Koefisien Filter <i>Butterworth</i>	23
Tabel 3.1	Nilai penguatan dan komponen pada <i>Biopotensial Amplifier</i>	31
Tabel 3.2	Frekuensi <i>Cut-off</i> dan nilai komponen pada <i>High Pass Filter</i>	32
Tabel 3.3	Nilai penguatan, frekuensi <i>cut-off</i> dan komponen yang digunakan pada <i>low pass filter</i>	34
Tabel 3.4	Frekuensi <i>cut-off</i> dan nilai komponen yang digunakan pada <i>notch filter</i>	35
Tabel 3.5	Nilai komponen pada rangkaian AGC	36
Tabel 3.6	Konfigurasi Pin Arduino Wemos D1	38
Tabel 4.1	Hasil pengukuran dan pengujian rangkaian <i>Biopotensial amplifier</i> dengan penguatan 10 kali	51
Tabel 4.2	Hasil pengukuran dan pengujian <i>high pass filter</i>	53
Tabel 4.3	Hasil pengukuran dan pengujian <i>low pass filter</i>	56
Tabel 4.4	Hasil pengukuran dan pengujian <i>notch filter</i>	59
Tabel 4.5	Hasil pengukuran dan pengujian <i>automatic</i> <i>gain control</i> (AGC)	63
Tabel 4.6	Hasil pengukuran jarak komunikasi <i>wireless</i>	67
Tabel 4.7	Hasil pengukuran dan pengujian pada alat	74